



11 Numéro de publication: **0 476 311 A1**

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **91113717.2**

51 Int. Cl.⁵: **F24H 1/10**

22 Date de dépôt: **16.08.91**

30 Priorité: **28.08.90 FR 9010844**

43 Date de publication de la demande:
25.03.92 Bulletin 92/13

84 Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

71 Demandeur: **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains(FR)

72 Inventeur: **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains(FR)

74 Mandataire: **Micheli & Cie**
Rue de Genève 122, Case Postale 61
CH-1226 Genève-Thonex(CH)

54 **Dispositif pour le chauffage de fluides par effet joule.**

57 L'invention concerne un dispositif de chauffage d'un fluide comportant un tuyau (1) dans lequel ce fluide circule. Ce tuyau (1) comporte au moins une portion rectiligne (1a) électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide. Ce dispositif comporte des brides

d'alimentation (4) se fixant de façon réglable le long de cette portion rectiligne (1a) de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau (1) en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation (4).

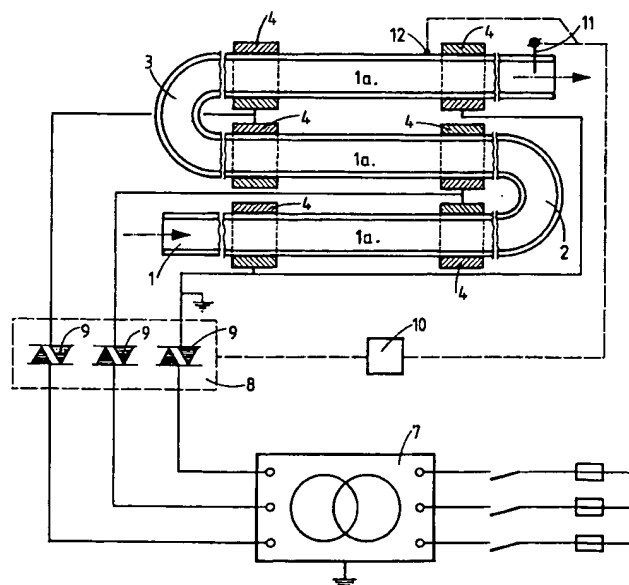


FIG. 1

La présente invention se rapporte au chauffage de fluides par effet Joule et concerne plus particulièrement un dispositif pour le chauffage d'un fluide circulant dans un tube chauffé par effet Joule.

Dans ces dispositifs de chauffage, c'est un courant électrique circulant dans le tube qui l'échauffe par effet Joule, et le tube chauffe le fluide, généralement un liquide ou un fluide pâteux qui y circule, par conduction et/ou rayonnement.

Un tel dispositif comprend un ensemble de tubes en un matériau thermiquement conducteur et de résistivité électrique déterminée, conformés en hélice, serpentín, ou comprenant des parties rectilignes reliées par des coudes.

Pour obtenir un chauffage homogène du fluide, il est désavantageux d'utiliser l'effet Joule dans la portion coudée du tube, car à cet emplacement son épaisseur n'est pas constante et les courants électriques ne se répartissent pas uniformément dans la section du tube provoquant un échauffement non homogène du tube et donc du fluide qui y circule.

Pour pallier à cet inconvénient, le document FR-A1-2632475 propose de court-circuiter les parties incurvées du tube pour ne faire passer le courant de chauffage que dans ses portions rectilignes.

Tous ces dispositifs présentent toutefois l'inconvénient de nécessiter des alimentations en courant électrique à régulation compliquée et agissant sur une grande plage de valeurs de courant, puisque c'est ce seul paramètre qui permet de régler la quantité d'énergie délivrée au fluide.

La présente invention a pour objet un dispositif de chauffage d'un fluide circulant dans une partie rectiligne de tube permettant une régulation simple de l'énergie délivrée et surtout de modifier pour une énergie transférée donnée la densité d'énergie délivrée par unité de surface du tube.

Ceci est particulièrement nécessaire pour le chauffage de fluides ou liquides thermosensibles tels que les liquides et pâtes alimentaires pour le traitement desquels toute surchauffe locale peut entraîner des dégradations organoleptiques notamment.

Le dispositif de chauffage d'un fluide comportant au moins une portion rectiligne de tube électriquement conducteur à l'intérieur de laquelle le fluide circule et qui est traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide est caractérisé par le fait qu'il comporte des brides d'amenée de courant sur cette portion rectiligne de tuyau déplaçables par rapport à celui-ci de manière à faire varier, pour un courant donné, la densité d'énergie dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides.

Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution du dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement et en coupe un tuyau conducteur de l'électricité destiné à véhiculer un fluide muni de brides d'alimentation alimentées en courant électrique par un transformateur basse tension et un régulateur.

Les figures 2 et 3 sont des vues d'une bride d'alimentation.

Les figures 4,5 et 6 illustrent une seconde forme d'exécution du dispositif de chauffage.

La figure 7 illustre la température du produit circulant dans le dispositif selon les figures 4 à 6.

La figure 8 illustre une variante du dispositif de chauffage illustré aux figures 1 à 3.

La figure 9 illustre un turbulateur en coupe.

Dans l'exemple illustré schématiquement à titre d'exemple, le dispositif de chauffage comporte un tuyau 1 servant à la circulation du fluide devant être chauffé. Ce tuyau est destiné à être relié à son extrémité amont à une alimentation dudit fluide et à son extrémité aval à un circuit d'utilisation ou de stockage de celui-ci.

Ce tuyau 1 présente au moins une portion rectiligne 1a, trois dans l'exemple illustré, constituée d'un matériau conducteur de l'électricité et présentant une résistivité déterminée, aussi homogène que possible.

Dans l'exemple illustré la totalité du tuyau 1 est en un matériau conducteur de l'électricité, mais selon une variante les coudes 2,3 pourraient être réalisés en un matériau isolant de l'électricité.

Ce dispositif de chauffage par effet Joule comporte encore, pour chaque partie rectiligne 1a du tuyau 1, deux brides d'amenée de courant électrique 4. Chaque bride 4 est formée de deux demi-coquilles 4a,4b enserrant le tuyau 1 et serrées l'une contre l'autre et contre ledit tuyau 1 à l'aide de vis ou de goujons et écrous 5,6. Ces brides d'alimentation 4 peuvent ainsi être fixées sur le tube en n'importe quel endroit de ses portions rectilignes, ce qui permet de faire varier la distance entre deux brides fixées sur une même portion rectiligne et donc la résistance mesurée aux bornes de ces deux brides.

Ceci permet pour un courant d'alimentation donné, donc une puissance d'alimentation donnée de faire varier la puissance spécifique, c'est-à-dire la puissance par centimètre carré de surface d'échange entre le tuyau 1 et le fluide.

Ceci est très important, car il est dès lors possible de modifier cette puissance spécifique sans modifier la puissance totale du dispositif et donc son courant d'alimentation, en fonction des caractéristiques propres du liquide à traiter, et notamment d'éviter ainsi toute surchauffe locale du fluide.

Dans l'exemple illustré, chacune des trois paires de brides d'alimentation associées aux portions rectilignes de tuyaux est branchée sur une phase d'une alimentation triphasée. De plus, les bagues adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude 2, sont reliées électriquement.

L'alimentation électrique du dispositif de chauffage se fait à partir du réseau de distribution triphasé, par exemple par l'intermédiaire d'un transformateur basse tension 7 (39 Volts) et d'un interrupteur statique 8 à semi-conducteur tel que des thyristors commandés 9.

La commande de l'interrupteur à semi-conducteur est réalisée par un dispositif électronique comportant un régulateur 10 par exemple du type existant dans le commerce "Thermel-phonix 96 No 11877" dont la sortie commande la conduction ou l'arrêt du ou des thyristors par l'intermédiaire d'un modulateur d'allumage provoquant le changement d'état du thyristor uniquement aux passages à zéro du courant alternatif d'alimentation pour éviter toute surtension lors de la commutation.

Le régulateur 10 est piloté par le signal de sortie d'un détecteur de température 11 plongeant dans le courant du fluide en aval de la partie chauffante du tuyau 1.

L'alimentation du tuyau 1, et donc sa production de chaleur est commandée directement par la température du fluide, de façon très précise à quelques dixièmes de degré centigrade près.

La puissance électrique délivrée au tuyau 1 est réglée par tout ou rien et peut varier entre 0 et 100% suivant le temps de conduction des thyristors. Cette manière de faire permet d'obtenir une grande précision de la régulation de la température du fluide, d'éviter toute surchauffe de celui-ci et d'avoir un temps de réponse très bref.

Ce mode de régulation statique est décrit par exemple dans le brevet CH-A-649.827. Bien entendu tout autre alimentation régulée par la température désirée du fluide transporté peut être envisagée.

Dans l'exemple illustré, et pour éviter toute surchauffe dans une phase de démarrage du dispositif de chauffage, le régulateur 10 est commandé également par une sonde 12 mesurant la température de la paroi du tuyau 1.

L'alimentation pourrait bien entendu être monophasée. La tension est généralement maintenue en-dessous de 100 volts. Le tuyau est de préférence réalisé en acier inoxydable. Avec un tuyau d'un diamètre intérieur de 18mm et extérieur de 20mm et une alimentation de 32KW soit de 513 ampères sur 36,4 volts, on obtient pour une distance de 6mm entre deux brides d'alimentation une puissance spécifique de 12,1 W/cm².

On peut déterminer la forme optimale de la section du tuyau 1 pour obtenir un échauffement

homogène du fluide transporteur; cette section peut être ovoïde, ovale ou rectangulaire par exemple.

La surface du tuyau 1 en contact avec le fluide à chauffer peut comporter des fixations, ailettes, spirales, etc. pour favoriser la conduction de chaleur et la turbulence de l'écoulement toujours dans le but d'améliorer la conduction et de réaliser ainsi un chauffage aussi homogène que possible du fluide.

Pour pouvoir utiliser de forts ampérages, les brides d'alimentation 4 peuvent être munies de plaque de répartition permettant d'augmenter leur surface de contact avec le tuyau 1.

Lorsque le tuyau 1 comporte plusieurs parties rectilignes (1a) chacune de celles-ci est munie d'une paire de brides d'alimentation 4 branchées en série ou en parallèle sur une alimentation électrique.

On peut enfin prévoir de disposer le tuyau 1 dans un tube externe isolant ce qui permet de faire circuler le fluide à chauffer des deux côtés de la paroi du tuyau 1 et de réduire ainsi les pertes de chaleur dissipée.

Les principaux avantages et caractéristiques originaux du dispositif de chauffage selon l'invention sont :

- une montée en température quasi linéaire pour le produit.
- un chauffage haut flux pour les liquides, jusqu'à dix fois supérieur aux échanges conventionnels.
- une absence d'inertie thermique du système.
- un flux de chaleur constant dans le temps.
- un rendement énergétique supérieur à 95%.
- une maintenance très réduite.
- le respect des qualités organoleptiques et physico-chimiques des fluides traités, notamment des fluides alimentaires.
- un encrassement bien inférieur aux échangeurs traditionnels.

Dans la seconde forme d'exécution le dispositif de chauffage illustré aux figures 4 à 7 comporte pour chaque portion rectiligne de tuyau des sections de passage du fluide variable, obtenues par déformation mécanique des tuyaux, par exemple son écrasement du tuyau.

Dans l'exemple illustré la portion rectiligne 1a du tuyau comporte une section allant en diminuant de ses extrémités en direction de sa partie médiane. Aux extrémités de la portion 1a les sections 15 du tuyau sont circulaires, tandis qu'au centre de cette portion 1a la section est constituée pratiquement par une fente mince 16. Bien entendu, cette diminution de section provoque d'une part l'augmentation de la vitesse de circulation du fluide et la diminution de la qualité de fluide traité par unité de longueur du tuyau mais encore d'autre part, la

surface de chauffage restant la même, une augmentation de la quantité de chaleur transmise aux fluides par unité de masse de celui-ci.

On peut ainsi obtenir une montée en température du produit non plus linéaire mais telle qu'illustrée à la figure 7 (partie gauche de cette figure).

Dans cette exécution le dispositif de chauffage comporte une bride 4 à gauche au début de la portion rectiligne 1a et une seconde bride 4 au centre de cette portion rectiligne. Dans la seconde partie du tuyau, soit la partie aval du dispositif, le tuyau est baigné dans un fluide de refroidissement circulant dans une enceinte 17. De cette façon on obtient une descente de température du produit telle qu'illustrée à la figure 7, partie droite.

Ainsi, en maintenant l'énergie délivrée à une valeur constante et en modifiant la section du tuyau 1 il est possible d'ajuster la courbe de montée-descente de température du produit comme désiré; on peut notamment faire subir au produit un choc thermique de température élevée mais de durée très réduite.

Il faut encore noter que là où le produit subit ce pic de température, sa température est très homogène, la section du tuyau étant faible et l'écoulement étant rapide donc non laminaire.

Les figures 8 et 9 illustrent une variante du dispositif illustré aux figures 1 à 3 dans laquelle un turbulateur 20 est monté dans le tuyau 1 dans la partie amont de chaque portion rectiligne 1a.

De cette façon on réalise, entre chaque zone de chauffage située entre deux brides 4 d'une portion rectiligne 1a, une homogénéisation de la température du produit par un brassage de celui-ci.

Ces turbulateurs 20 peuvent être statiques et comportent des chicanes 21, par exemple en forme d'hélice à l'intérieur du tuyau formant un brassage du produit. Toute sorte de chicanes ou ailettes peuvent être envisagées pour obtenir ce brassage.

Revendications

1. Dispositif de chauffage d'un fluide comportant un tuyau dans lequel ce fluide circule, ce tuyau comportant au moins une portion rectiligne (1a) électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide, caractérisé par le fait qu'il comporte des brides d'alimentation (4) se fixant de façon réglable le long de cette portion rectiligne (1a) de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation (4).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte deux moitiés (4a,4b) enserrant le tuyau et fixées l'une à l'autre et contre le tuyau par des moyens de serrage (5).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte une plaque de distribution augmentant sa surface de contact avec la surface du tuyau.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les brides (4) adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude (2) du tuyau, sont reliées électriquement l'une à l'autre.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte trois portions rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée sur l'une des phases d'une alimentation triphasée (7,8,9).
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux parties rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée en série ou en parallèle sur une alimentation électrique (7).
7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait que l'alimentation électrique (7) est une alimentation basse tension (inférieure à 100 volts).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comporte une régulation par tout ou rien de l'alimentation des brides (4) commandée par un régulateur (10) piloté par une sonde (11) détectant la température du fluide.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'il comporte une deuxième sonde (12) de température détectant la température du tuyau et pilotant également le régulateur (10).
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte une enceinte étanche autour du tuyau servant également au transport du fluide.
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la section du tuyau le long de sa ou ses portions rectilignes

(1a) est variable tandis que la surface interne de contact avec le produit reste constante.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne (1a) comporte une section circulaire à ses extrémités et une section en forme de fente dans sa partie médiane obtenue par un écrasement progressif de ses extrémités en direction de sa partie centrale. 5 10
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne comporte une bride (4) à une extrémité et une seconde bride (4) dans sa partie centrale de sorte que seule une moitié de la partie rectiligne conduit un courant électrique de chauffage. 15
14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que la seconde moitié de la partie rectiligne (1a), ne conduisant pas de courant électrique, est refroidie par un échangeur de chaleur. 20 25
15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte, entre deux portions rectilignes (1a), un turbulateur provoquant une homogénéisation de la température du produit traité. 30

35

40

45

50

55

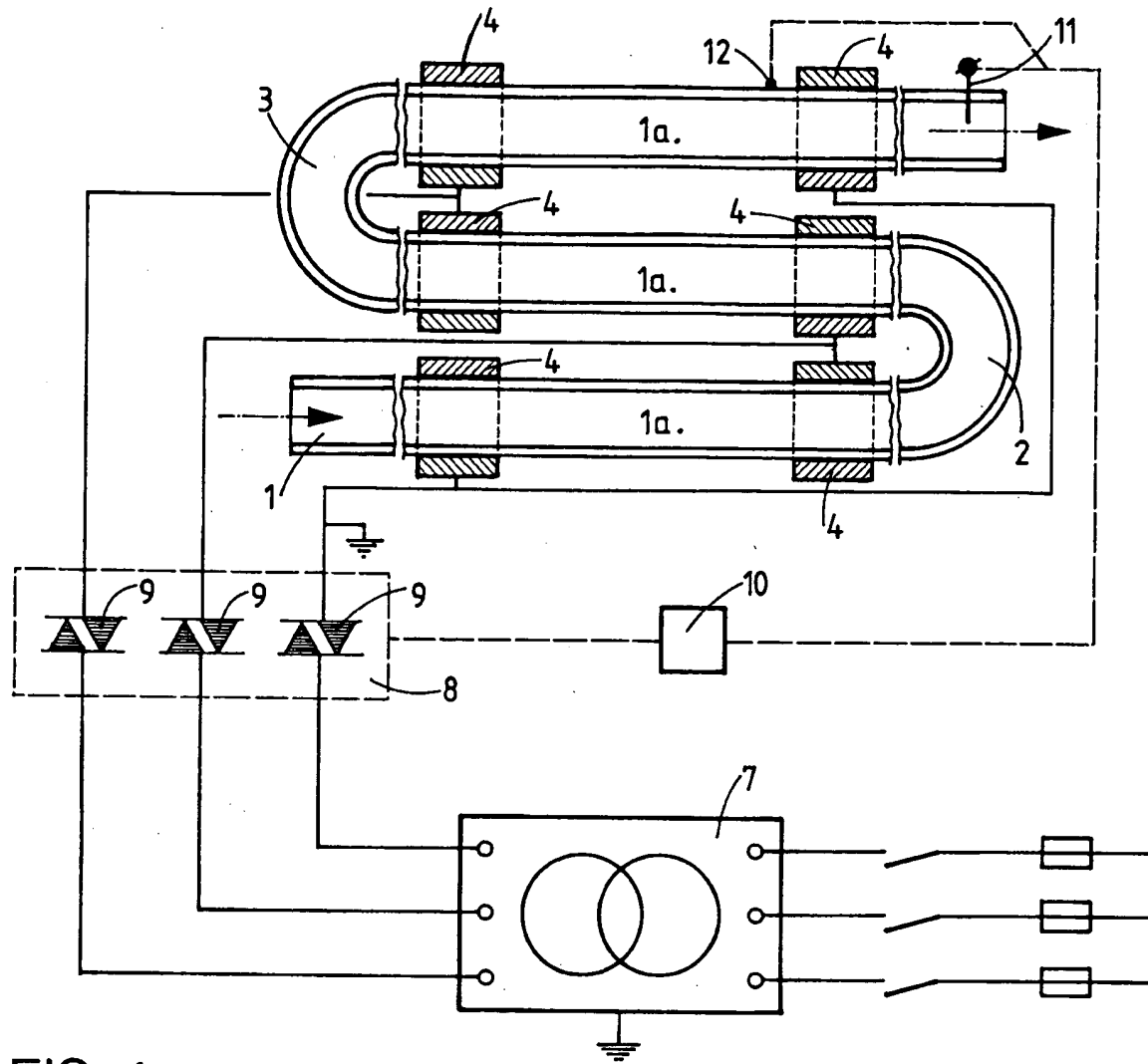


FIG. 1

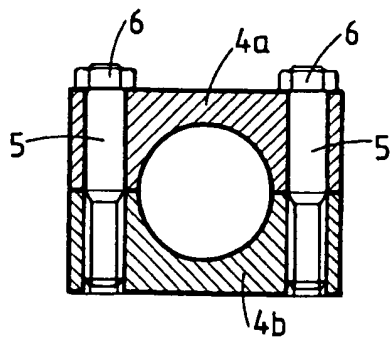


FIG. 2

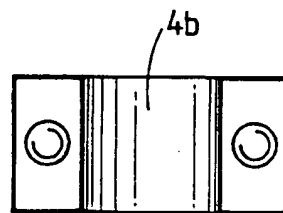


FIG. 3

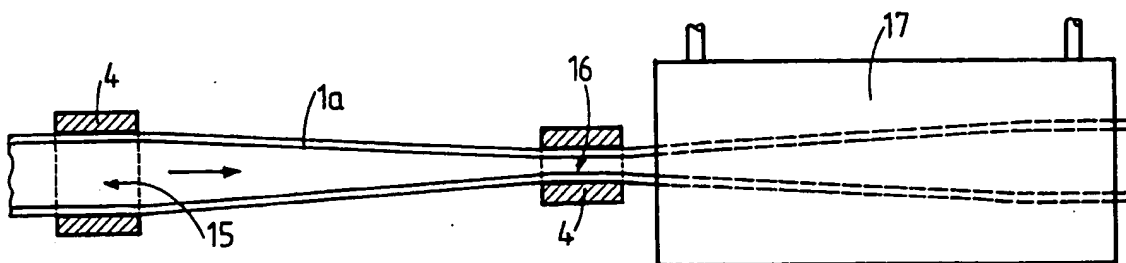


FIG. 4

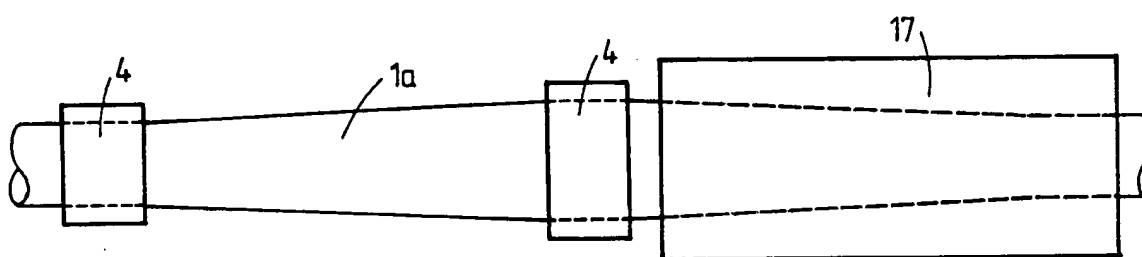


FIG. 5

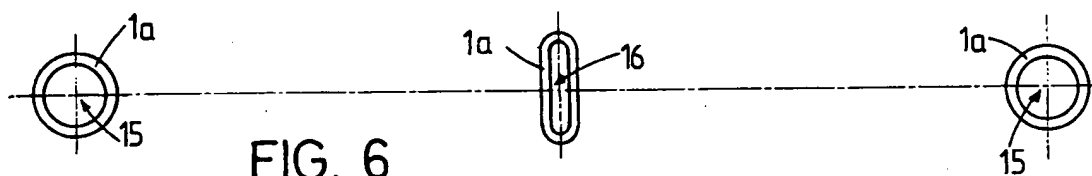


FIG. 6

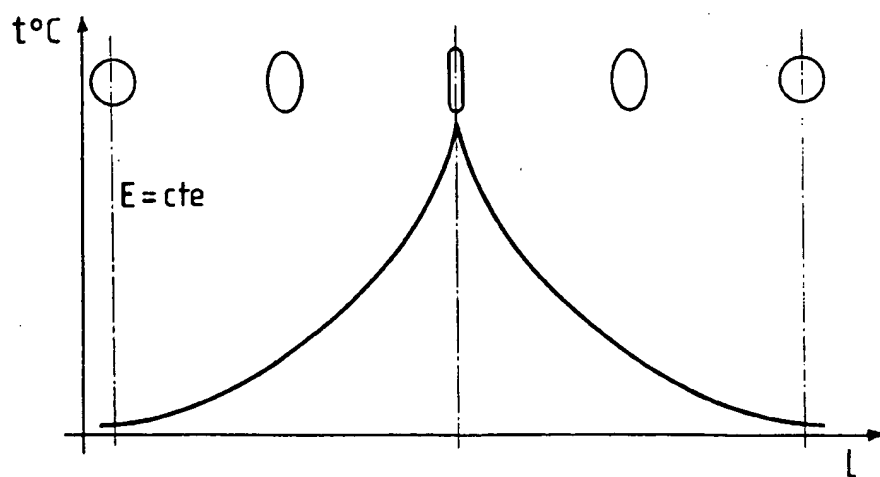


FIG. 7

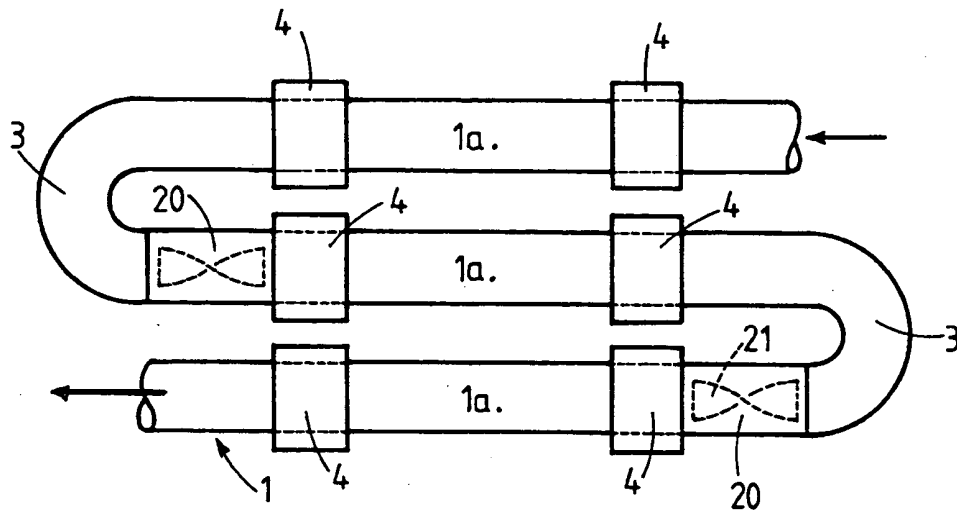


FIG. 8

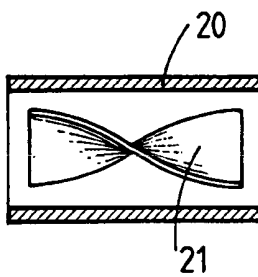


FIG. 9



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 91 11 3717

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS																	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)														
A	GB-A-609 391 (TILLS) * le document en entier ** - - -	1,2,7	F 24 H 1/10														
A	GB-A-1 168 770 (TEXAS INSTRUMENTS) * figures ** - - -	1															
A	DE-C-270 721 (DE KOK) * figures ** - - -	1,2															
A	DE-A-2 355 987 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG) * revendication 1; figures ** - - - - -	1															
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)														
			F 24 H														
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications																	
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 20 novembre 91	Examineur VAN GESTEL H.M.														
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</td></tr><tr><td>X : particulièrement pertinent à lui seul</td><td>D : cité dans la demande</td></tr><tr><td>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</td><td>L : cité pour d'autres raisons</td></tr><tr><td>A : arrière-plan technologique</td><td></td></tr><tr><td>O : divulgation non-écrite</td><td>& : membre de la même famille, document correspondant</td></tr><tr><td>P : document intercalaire</td><td></td></tr><tr><td>T : théorie ou principe à la base de l'invention</td><td></td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	X : particulièrement pertinent à lui seul	D : cité dans la demande	Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	L : cité pour d'autres raisons	A : arrière-plan technologique		O : divulgation non-écrite	& : membre de la même famille, document correspondant	P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date																
X : particulièrement pertinent à lui seul	D : cité dans la demande																
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	L : cité pour d'autres raisons																
A : arrière-plan technologique																	
O : divulgation non-écrite	& : membre de la même famille, document correspondant																
P : document intercalaire																	
T : théorie ou principe à la base de l'invention																	

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑪ Numéro de publication : **0 476 311 B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
13.04.94 Bulletin 94/15

⑤① Int. Cl.⁵ : **F24H 1/10**

②① Numéro de dépôt : **91113717.2**

②② Date de dépôt : **16.08.91**

⑤④ **Dispositif pour le chauffage de fluides par effet joule.**

③⑩ Priorité : **28.08.90 FR 9010844**

④③ Date de publication de la demande :
25.03.92 Bulletin 92/13

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
13.04.94 Bulletin 94/15

⑧④ Etats contractants désignés :
DE ES FR GB IT

⑤⑥ Documents cités :
DE-A- 2 355 987
DE-C- 270 721
GB-A- 609 391
GB-A- 1 168 770

⑦③ Titulaire : **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains (FR)

⑦② Inventeur : **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains (FR)

⑦④ Mandataire : **Micheli & Cie**
Rue de Genève 122, Case Postale 61
CH-1226 Genève-Thonex (CH)

EP 0 476 311 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention se rapporte au chauffage de fluides par effet Joule et concerne plus particulièrement un dispositif pour le chauffage d'un fluide circulant dans un tube chauffé par effet Joule.

Dans ces dispositifs de chauffage, c'est un courant électrique circulant dans le tube qui l'échauffe par effet Joule, et le tube chauffe le fluide, généralement un liquide ou un fluide pâteux qui y circule, par conduction et/ou rayonnement.

Un tel dispositif comprend un ensemble de tubes en un matériau thermiquement conducteur et de résistivité électrique déterminée, conformés en hélice, serpentins, ou comprenant des parties rectilignes reliées par des coudes.

Pour obtenir un chauffage homogène du fluide, il est désavantageux d'utiliser l'effet Joule dans la portion coudée du tube, car à cet emplacement son épaisseur n'est pas constante et les courants électriques ne se répartissent par uniquement dans la section du tube provoquant un échauffement non homogène du tube et donc du fluide qui y circule.

Pour palier à cet inconvénient, le document FR-A1-2632475 propose de court-circuiter les parties incurvées du tube pour ne faire passer le courant de chauffage que dans ses portions rectilignes.

Tous ces dispositifs présentent toutefois l'inconvénient de nécessiter des alimentations en courant électrique à régulation compliquée et agissant sur une grande plage de valeurs de courant, puisque c'est ce seul paramètre qui permet de régler la quantité d'énergie délivrée au fluide.

On connaît encore par le brevet GB 609 391 un appareil pour chauffer électriquement un fluide. Cet appareil présente un tuyau rectiligne susceptible d'être chauffé par le passage d'un courant. Deux prises sont rigidement fixées près des extrémités du tuyau et une prise médiane peut être déplacée sur le tuyau entre les deux prises extérieures. Par le déplacement de cette prise médiane, il est possible de faire varier le gradient de température le long du tuyau. Cet appareil sert donc à éviter un échauffement trop considérable de l'extrémité aval du tuyau, mais ne permet pas de faire varier la puissance spécifique dissipée par le tuyau pour une puissance d'alimentation donnée.

La présente invention a pour objet un dispositif de chauffage d'un fluide circulant dans une partie rectiligne de tube permettant une régulation simple de l'énergie délivrée et surtout de modifier pour une énergie transférée donnée la densité d'énergie délivrée par unité de surface du tube.

Ceci est particulièrement nécessaire pour le chauffage de fluides ou liquides thermosensibles tels que les liquides et pâtes alimentaires pour le traitement desquels toute surchauffe locale peut entraîner des dégradations organoleptiques notamment.

Le dispositif de chauffage d'un fluide comprenant un tuyau dans lequel ce fluide circule, ce tuyau comportant au moins une portion rectiligne électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide, des brides d'alimentation en courant étant montées sur ladite portion rectiligne, caractérisé par le fait que ladite portion rectiligne comprend deux brides d'alimentation montées de façon que la distance séparant l'une des brides de l'autre soit réglable de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation.

Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution du dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement et en coupe un tuyau conducteur de l'électricité destiné à véhiculer un fluide muni de brides d'alimentation alimentées en courant électrique par un transformateur basse tension et un régulateur.

Les figures 2 et 3 sont des vues d'une bride d'alimentation.

Les figures 4, 5 et 6 illustrent une seconde forme d'exécution du dispositif de chauffage.

La figure 7 illustre la température du produit circulant dans le dispositif selon les figures 4 à 6.

La figure 8 illustre une variante du dispositif de chauffage illustré aux figures 1 à 3.

La figure 9 illustre un turbulateur en coupe.

Dans l'exemple illustré schématiquement à titre d'exemple, le dispositif de chauffage comporte un tuyau 1 servant à la circulation du fluide devant être chauffé. Ce tuyau est destiné à être relié à son extrémité amont à une alimentation dudit fluide et à son extrémité aval à un circuit d'utilisation ou de stockage de celui-ci.

Ce tuyau 1 présente au moins une portion rectiligne 1a, trois dans l'exemple illustré, constituée d'un matériau conducteur de l'électricité et présentant une résistivité déterminée, aussi homogène que possible.

Dans l'exemple illustré la totalité du tuyau 1 est en un matériau conducteur de l'électricité, mais selon une variante les coudes 2, 3 pourraient être réalisés en un matériau isolant de l'électricité.

Ce dispositif de chauffage par effet Joule comporte encore, pour chaque partie rectiligne 1a du tuyau 1, deux brides d'amenée de courant électrique 4. Chaque bride 4 est formée de deux demi-coquilles 4a, 4b enserrant le tuyau 1 et serrées l'une contre l'autre et contre ledit tuyau 1 à l'aide de vis ou de goujons et écrous 5, 6. Ces brides d'alimentation 4 peuvent ainsi être fixées sur le tube en n'importe quel endroit de ses portions rectilignes, ce qui permet de faire varier la distance entre deux brides fixées sur une même portion rectiligne et donc la résistance mesurée aux bornes de ces deux brides.

Ceci permet pour un courant d'alimentation donné, donc une puissance d'alimentation donnée de faire varier la puissance spécifique, c'est-à-dire la puissance par centimètre carré de surface d'échange entre le tuyau 1 et le fluide.

Ceci est très important, car il est dès lors possible de modifier cette puissance spécifique sans modifier la puissance totale du dispositif et donc son courant d'alimentation, en fonction des caractéristiques propres du liquide à traiter, et notamment d'éviter ainsi toute surchauffe locale du fluide.

Dans l'exemple illustré, chacune des trois paires de brides d'alimentation associées aux portions rectilignes de tuyaux est branchée sur une phase d'une alimentation triphasée. De plus, les bagues adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude 2, sont reliées électriquement.

L'alimentation électrique du dispositif de chauffage se fait à partir du réseau de distribution triphasé, par exemple par l'intermédiaire d'un transformateur basse tension 7 (39 Volts) et d'un interrupteur statique 8 à semi-conducteur tel que des thyristors commandés 9.

La commande de l'interrupteur à semi-conducteur est réalisée par un dispositif électronique comportant un régulateur 10 par exemple du type existant dans le commerce "Thermel-phonix 96 No 11877" dont la sortie commande la conduction ou l'arrêt du ou des thyristors par l'intermédiaire d'un modulateur d'allumage provoquant le changement d'état du thyristor uniquement aux passages à zéro du courant alternatif d'alimentation pour éviter toute surtension lors de la commutation.

Le régulateur 10 est piloté par le signal de sortie d'un détecteur de température 11 plongeant dans le courant du fluide en aval de la partie chauffante du tuyau 1.

L'alimentation du tuyau 1, et donc sa production de chaleur est commandée directement par la température du fluide, de façon très précise à quelques dixièmes de degré centigrade près.

La puissance électrique délivrée au tuyau 1 est réglée par tout ou rien et peut varier entre 0 et 100% suivant le temps de conduction des thyristors. Cette manière de faire permet d'obtenir une grande précision de la régulation de la température du fluide, d'éviter toute surchauffe de celui-ci et d'avoir un temps de réponse très bref.

Ce mode de régulation statique est décrit par exemple dans le brevet CH-A-649.827. Bien entendu tout autre alimentation régulée par la température désirée du fluide transporté peut être envisagée.

Dans l'exemple illustré, et pour éviter toute surchauffe dans une phase de démarrage du dispositif de chauffage, le régulateur 10 est commandé également par une sonde 12 mesurant la température de la paroi du tuyau 1.

L'alimentation pourrait bien entendu être mono-

phasée. La tension est généralement maintenue en-dessous de 100 volts. Le tuyau est de préférence réalisé en acier inoxydable. Avec un tuyau d'un diamètre intérieur de 18mm et extérieur de 20mm et une alimentation de 32KW soit de 513 ampères sur 36,4 volts, on obtient pour une distance de 6mm entre deux brides d'alimentation une puissance spécifique de 12,1 W/cm².

On peut déterminer la forme optimale de la section du tuyau 1 pour obtenir un échauffement homogène du fluide transporteur; cette section peut être ovoïde, ovale ou rectangulaire par exemple.

La surface du tuyau 1 en contact avec le fluide à chauffer peut comporter des fixations, ailettes, spirales, etc. pour favoriser la conduction de chaleur et la turbulence de l'écoulement toujours dans le but d'améliorer la conduction et de réaliser ainsi un chauffage aussi homogène que possible du fluide.

Pour pouvoir utiliser de forts ampérages, les brides d'alimentation 4 peuvent être munies de plaque de répartition permettant d'augmenter leur surface de contact avec le tuyau 1.

Lorsque le tuyau 1 comporte plusieurs parties rectilignes (1a) chacune de celles-ci est munie d'une paire de brides d'alimentation 4 branchées en série ou en parallèle sur une alimentation électrique.

On peut enfin prévoir de disposer le tuyau 1 dans un tube externe isolant ce qui permet de faire circuler le fluide à chauffer des deux côtés de la paroi du tuyau 1 et de réduire ainsi les pertes de chaleur dissipée.

Les principaux avantages et caractéristiques originaux du dispositif de chauffage selon l'invention sont :

- une montée en température quasi linéaire pour le produit.
- un chauffage haut flux pour les liquides, jusqu'à dix fois supérieur aux échanges conventionnels.
- une absence d'inertie thermique du système.
- un flux de chaleur constant dans le temps.
- un rendement énergétique supérieur à 95%.
- une maintenance très réduite.
- le respect des qualités organoleptiques et physico-chimiques des fluides traités, notamment des fluides alimentaires.
- un encrassement bien inférieur aux échangeurs traditionnels.

Dans la seconde forme d'exécution le dispositif de chauffage illustré aux figures 4 à 7 comporte pour chaque portion rectiligne de tuyau des sections de passage du fluide variable, obtenues par déformation mécanique des tuyaux, par exemple son écrasement du tuyau.

Dans l'exemple illustré la portion rectiligne 1a du tuyau comporte une section allant en diminuant de ses extrémités en direction de sa partie médiane. Aux extrémités de la portion 1a les sections 15 du tuyau

sont circulaires, tandis qu'au centre de cette portion 1a la section est constituée pratiquement par une fente mince 16. Bien entendu, cette diminution de section provoque d'une part l'augmentation de la vitesse de circulation du fluide et la diminution de la qualité de fluide traité par unité de longueur du tuyau mais encore d'autre part, la surface de chauffage restant la même, une augmentation de la quantité de chaleur transmise aux fluides par unité de masse de celui-ci.

On peut ainsi obtenir une montée en température du produit non plus linéaire mais telle qu'illustrée à la figure 7 (partie gauche de cette figure).

Dans cette exécution le dispositif de chauffage comporte une bride 4 à gauche au début de la portion rectiligne 1a et une seconde bride 4 au centre de cette portion rectiligne. Dans la seconde partie du tuyau, soit la partie aval du dispositif, le tuyau est baigné dans un fluide de refroidissement circulant dans une enceinte 17. De cette façon on obtient une descente de température du produit telle qu'illustrée à la figure 7, partie droite.

Ainsi, en maintenant l'énergie délivrée à une valeur constante et en modifiant la section du tuyau 1 il est possible d'ajuster la courbe de montée-descente de température du produit comme désiré; on peut notamment faire subir au produit un choc thermique de température élevée mais de durée très réduite.

Il faut encore noter que là où le produit subit ce pic de température, sa température est très homogène, la section du tuyau étant faible et l'écoulement étant rapide donc non laminaire.

Les figures 8 et 9 illustrent une variante du dispositif illustré aux figures 1 à 3 dans laquelle un turbulateur 20 est monté dans le tuyau 1 dans la partie amont de chaque portion rectiligne 1a.

De cette façon on réalise, entre chaque zone de chauffage située entre deux brides 4 d'une portion rectiligne 1a, une homogénéisation de la température du produit par un brassage de celui-ci.

Ces turbulateurs 20 peuvent être statiques et comportent des chicanes 21, par exemple en forme d'hélice à l'intérieur du tuyau formant un brassage du produit. Toute sorte de chicanes ou ailettes peuvent être envisagées pour obtenir ce brassage.

Revendications

1. Dispositif de chauffage d'un fluide comprenant un tuyau dans lequel ce fluide circule, ce tuyau comportant au moins une portion rectiligne (1a) électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide, des brides d'alimentation (4) en courant étant montées sur ladite portion rectiligne (1a), caractérisé par le fait que ladite portion rectiligne (1a) comprend deux brides d'alimentation (4) mon-

tées de façon que la distance séparant l'une des brides (4) de l'autre soit réglable de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation (4).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte deux moitiés (4a,4b) enserrant le tuyau et fixées l'une à l'autre et contre le tuyau par des moyens de serrage (5).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte une plaque de distribution augmentant sa surface de contact avec la surface du tuyau.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les brides (4) adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude (2) du tuyau, sont reliées électriquement l'une à l'autre.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte trois portions rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée sur l'une des phases d'une alimentation triphasée (7,8,9).
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux parties rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée en série ou en parallèle sur une alimentation électrique (7).
7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait que l'alimentation électrique (7) est une alimentation basse tension (inférieure à 100 volts).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comporte une régulation par tout ou rien de l'alimentation des brides (4) commandée par un régulateur (10) piloté par une sonde (11) détectant la température du fluide.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'il comporte une deuxième sonde (12) de température détectant la température du tuyau et pilotant également le régulateur (10).
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte une enceinte étanche autour du tuyau servant égale-

ment au transport du fluide.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la section du tuyau le long de sa ou ses portions rectilignes (1a) est variable tandis que la surface interne de contact avec le produit reste constante. 5
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne (1a) comporte une section circulaire à ses extrémités et une section en forme de fente dans sa partie médiane obtenue par un écrasement progressif de ses extrémités en direction de sa partie centrale. 10
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne comporte une bride (4) à une extrémité et une seconde bride (4) dans sa partie centrale de sorte que seule une moitié de la partie rectiligne conduit un courant électrique de chauffage. 20
14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que la seconde moitié de la partie rectiligne (1a), ne conduisant pas de courant électrique, est refroidie par un échangeur de chaleur. 25
15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte, entre deux portions rectilignes (1a), un turbulateur provoquant une homogénéisation de la température du produit traité. 30

35

Patentansprüche

1. Heizvorrichtung für ein Fluidum, bestehend aus einem Rohr, das von diesem Fluidum durchflossen wird, wobei dieses Rohr mindestens einen elektrisch leitenden, geraden Abschnitt (1a) aufweist, durch den ein elektrischer Strom fließt, der seine Erwärmung durch Joulesche Wärme und in der Folge die Erwärmung des Fluidums bewirkt, und aus Stromzuführungsflanschen (4), die auf dem benannten geraden Rohrabschnitt (1a) angebracht sind, wobei die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, dass der benannte gerade Abschnitt (1a) zwei Stromzuführungsflansche (4) aufweist, die so angebracht sind, dass die Entfernung eines der beiden Flansche (4) vom anderen Flansch so einstellbar ist, dass bei gegebener Eingangsleistung die vom Rohr abgegebene spezifische Leistung in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen diesen Zuführungsflanschen (4) verändert werden kann. 40
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Stromzuführungsflansch (4) aus zwei Hälften (4a, 4b) besteht, die das Rohr umschliessen und durch Befestigungsorgane (5) aneinander und am Rohr festgezogen werden. 45
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Stromzuführungsflansch (4) eine Verteilerplatte aufweist, die seine Berührungsfläche mit der Rohroberfläche vergrößert. 50
4. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Flansche (4) benachbarter Flanschpaare, die sich zu beiden Seiten eines Rohrknie (2) befinden, elektrisch miteinander verbunden sind. 55
5. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie drei gerade Rohrabschnitte (1a) aufweist, deren jeder mit einem Paar von Stromanschlussflanschen (4) versehen ist, das an eine der Phasen einer dreiphasigen Stromversorgung (7, 8, 9) angeschlossen ist.
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie wenigstens zwei gerade Rohrabschnitte (1a) aufweist, deren jeder mit einem Paar von Stromanschlussflanschen (4) versehen ist, die in Reihe oder in parallel an eine Stromversorgung (7) angeschlossen sind.
7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromversorgung (7) eine Niederspannungsquelle (unter 100 V) ist.
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Ein-Aus-Regelung für die Stromzuführungsflansche (4) aufweist, die durch einen Regler (10) gesteuert wird, der wiederum durch einen Fühler (11) für die Temperatur des Fluidums gesteuert wird.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch (8), dadurch gekennzeichnet, dass sie einen zweiten Temperaturfühler (12) aufweist, der die Rohrtemperatur erfasst und gleichfalls den Regler (10) steuert.
10. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie um das Rohr herum eine dichte Kammer aufweist, die ebenfalls dem Transport von Fluidum dient.
11. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Rohres entlang seines oder seiner geraden Abschnitte (1a) veränderlich ist, während die Innenwandfläche in Berührung mit dem Gut konstant bleibt.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jeder gerade Rohrabschnitt (1a) einen kreisförmigen Querschnitt an seinen Enden und einen schlitzförmigen Querschnitt in seinem Mittelteil aufweist, was durch ein von den Enden in Richtung auf die Mitte zunehmendes Zusammendrücken des Abschnitts erreicht wird.
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass jeder gerade Rohrabschnitt einen Flansch (4) an einem Ende und einen zweiten Flansch (4) in seinem Mittelteil aufweist, so dass nur eine Hälfte des geraden Abschnitts einen elektrischen Heizstrom führt.
14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die andere Hälfte des geraden Abschnitts (1a), die keinen elektrischen Strom führt, durch einen Wärmetauscher gekühlt wird.
15. Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwischen zwei geraden Abschnitten (1a) einen Turbulenzerzeuger aufweist, der einen Temperaturausgleich im behandelten Gut hervorruft.

Claims

1. A heating device for a fluid including a conduit in which this fluid flows, this conduit having at least one straight portion (1a) electrically conductive, through which travels an electric current causing its heating by Joule effect and consequently the heating of the fluid, and power supply rings (4) being mounted on said straight portion (1a), characterized in that said straight portion (1a) includes two power supply rings (4) mounted in such a manner that the distance between one of the rings (4) and the other one be adjustable, so that for a given supply power, the specific power dissipated from the conduit may be varied by changing the distance separating these supply rings (4).
2. A device according to claim 1, characterized in that each power supply (4) comprises two halves (4a, 4b) surrounding the conduit and fastened together and against the conduit by clamping means (5)

3. A device according to claim 1 or claim 2, characterized in that each power supply ring (4) includes a distribution plate increasing its contact surface with the surface of the conduit.
4. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that the adjoining rings (4) of two contiguous pairs located on the two sides of one bend (2) of the conduit be connected electrically together,
5. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that it includes three straight conduit portions (1a), each one being provided with a pair of power supply rings (4) connected to one of the phases of the three-phase power supply (7, 8, 9).
6. A device according to one of claims 1 to 4, characterized in that it includes at least two straight conduit portions (1a), each one being provided with a pair of power supply rings (4) series or parallel connected to an electric power supply (7).
7. A device according to one of claims 5 or 6, characterized in that the electric power supply (7) is a low voltage power supply (beneath 100 volts).
8. A device according to claim 7, characterized in that it includes an all or nothing power supply control of the rings (4) controlled by a controller (10) actuated by a sensor (11) measuring the temperature of the fluid.
9. A device according to claim 8, characterized in that it has a second temperature sensor (12) measuring the temperature of the conduit and also actuating the regulator (10).
10. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that it includes a fluid-tight enclosure around the conduit, also designed for conveying fluid.
11. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that the cross-section of the conduit along its straight portion or portions changes (1a), while the internal contact surface with the product remains constant.
12. A device according to claim 11, characterized in that each straight portion (1a) has a circular cross-section at its ends and a slot-shaped section in its median part obtained by flattening progressively the conduit from the ends towards the central part.
13. A device according to claim 12, characterized in

that each straight portion includes a ring (4) at one end thereof and a second ring (4) in its central part, so that electric heating current flows only through one half of the straight portion.

5

14. A device according to claim 13, characterized in that the second half of the straight portion (1a) through which no electric current travels is cooled by a heat exchanger.

10

15. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that it is provided between two straight portions (1a) with a means for generating turbulence in order to even out the temperature throughout the product treated.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

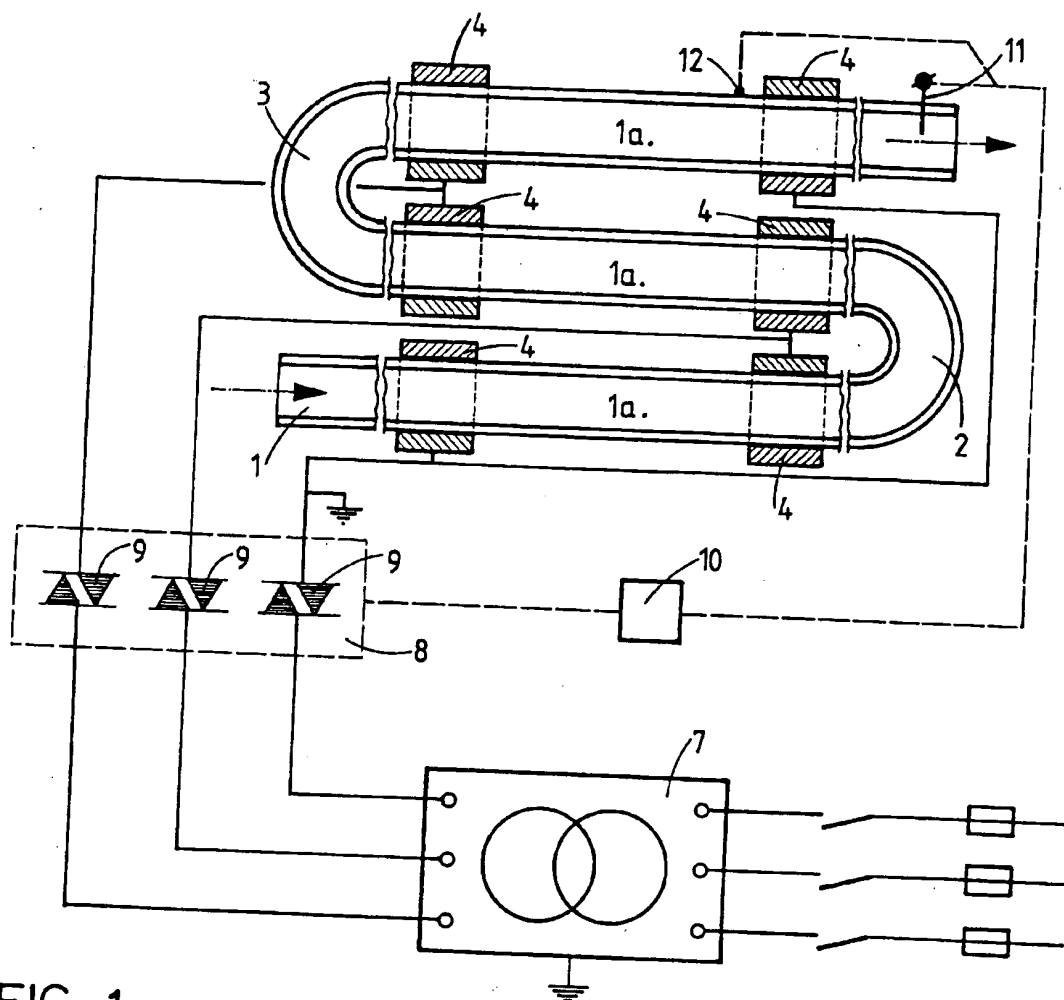


FIG. 1

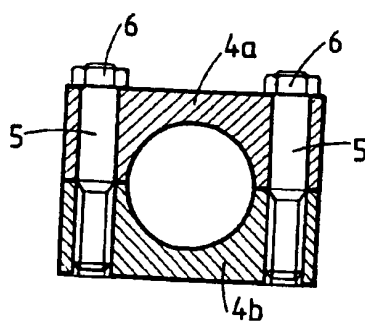


FIG. 2

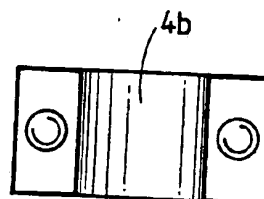


FIG. 3

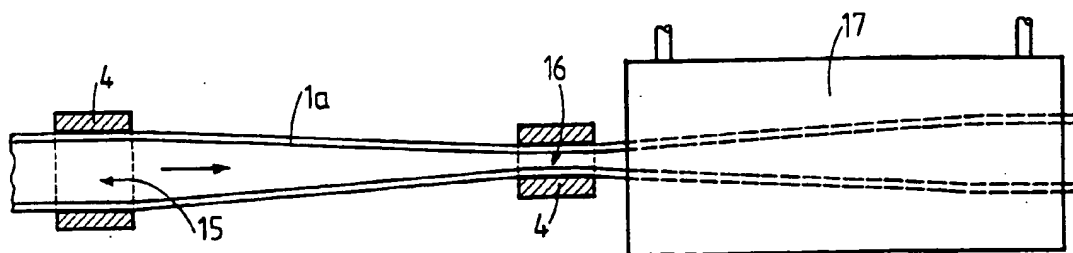


FIG. 4

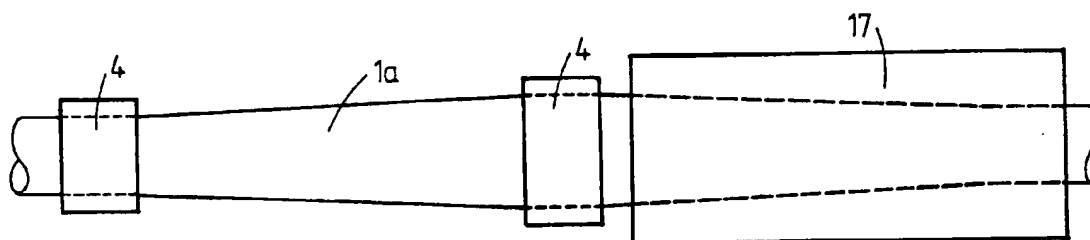


FIG. 5

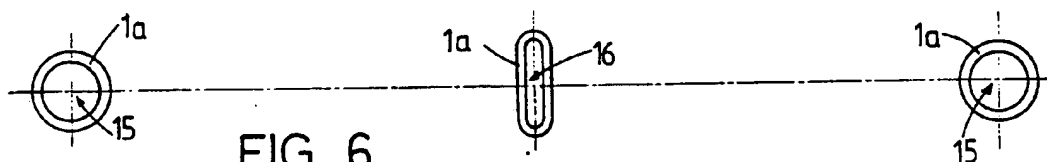


FIG. 6

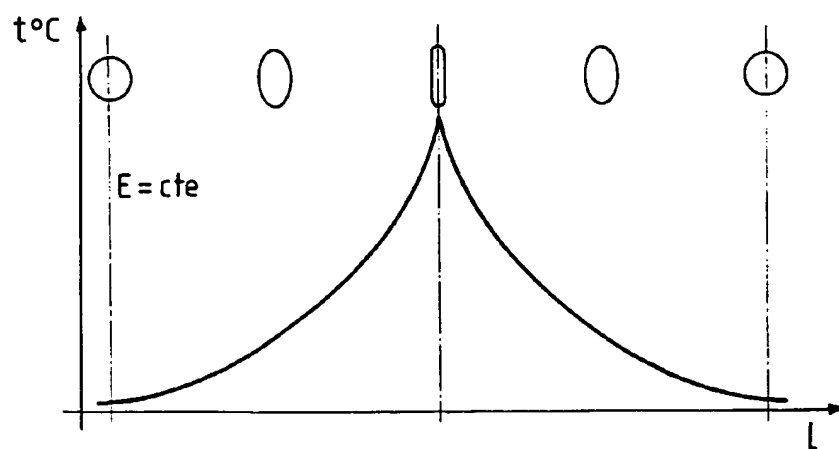


FIG. 7

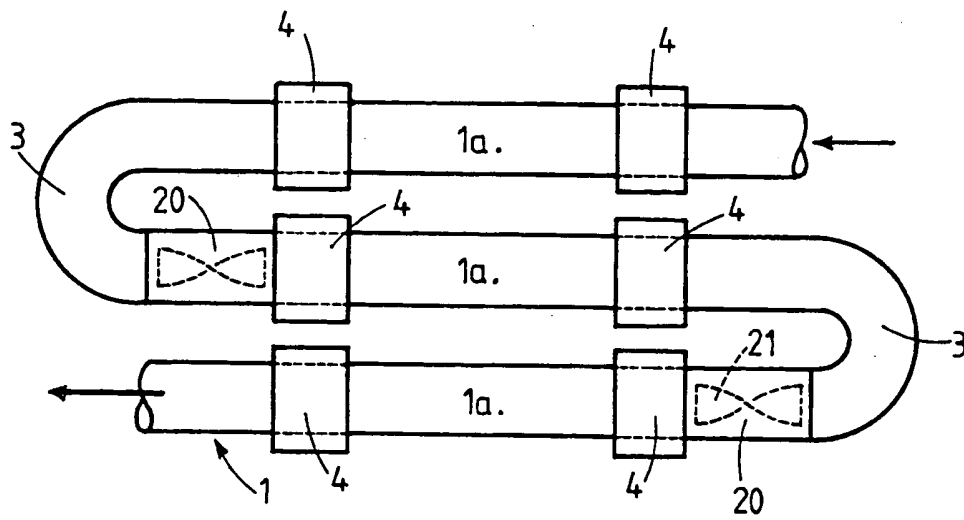


FIG. 8

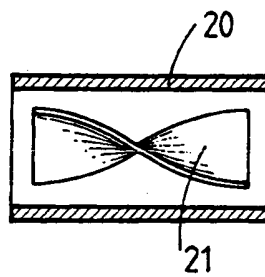


FIG. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)